

U.S. DEPARTMENT OF COMMERCE  
PATENT AND TRADEMARK OFFICE

<b>TRANSMITTAL OF PRIORITY DOCUMENT</b>		Docket Number: <b>10191/3501</b>	Conf. No. <b>9707</b>
Application Number <b>10/734,534</b>	Filing Date <b>Dec. 12, 2003</b>	Examiner <b>Not yet Assigned</b>	Art Unit <b>3747</b>
Invention Title <b>METHOD AND DEVICE FOR STARTING AN INTERNAL COMBUSTION ENGINE HAVING DIRECT INJECTION</b>		Inventor(s) <b>Udo SIEBER et al.</b>	

Address to:

Mail Stop Issue Fee  
Commissioner for Patents  
P. O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service with sufficient postage as first class mail with sufficient postage in an envelope addressed to: Mail Stop: Issue Fee, Commissioner for Patents, P. O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on 6/29/04

Richard L. Mayer  
Signature

A claim to priority pursuant to 35 U.S.C. § 119 of German Patent Application No. 102 58 229.7 filed 13 December 2002 was previously made.

To complete the claim a certified copy of the German Patent Application is enclosed.

If any fees are necessary they may be charged to Deposit Account 11-0600.

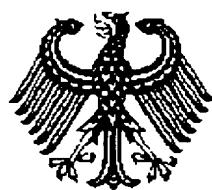
Dated: 6/29/04

Richard L. Mayer, Reg. No. 22,490

KENYON & KENYON  
One Broadway  
New York, N.Y. 10004  
(212) 425-7200 (telephone)  
(212) 425-5288 (facsimile)  
Customer No. 26646

© Kenyon & Kenyon 2003

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 102 58 229.7

**Anmeldetag:** 13. Dezember 2002

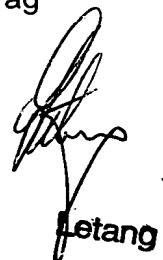
**Anmelder/Inhaber:** ROBERT BOSCH GMBH, Stuttgart/DE

**Bezeichnung:** Verfahren und Vorrichtung zum Starten einer  
direkteinspritzenden Brennkraftmaschine

**IPC:** F 02 N 17/00

**Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-  
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.**

München, den 3. Dezember 2003  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag



Letang

5 12.12..2002

Robert Bosch GmbH, 70442 Stuttgart

10 Verfahren und Vorrichtung zum Starten einer  
direkteinspritzenden Brennkraftmaschine

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Starten einer  
Brennkraftmaschine mit

15 - mindestens einem Zylinder und einem darin bewegbar  
geführten Kolben;

- einem in dem Zylinder ausgebildeten Brennraum;

- einer Direkteinspritzvorrichtung, mittels der  
Kraftstoff direkt in den Brennraum eingebracht werden  
20 kann; und

- einem Steuergerät zum Steuern und/oder Regeln der  
Brennkraftmaschine, insbesondere zum Steuern und/oder  
Regeln der Direkteinspritzvorrichtung.

25 Außerdem betrifft die Erfindung eine Brennkraftmaschine,  
ein Steuergerät zum Steuern und/oder Regeln einer oben  
genannten Brennkraftmaschine und ein Computerprogramm, das  
auf einem Rechengerät, insbesondere auf einem  
Mikroprozessor, ablauffähig ist.

30

Stand der Technik

Ein Verfahren der eingangs genannten Art ist bereits  
bekannt. Bei diesem sogenannten Direktstart-Verfahren wird  
35 in den Brennraum eines Zylinders, dessen Kolben sich in

einer Arbeitstellung befindet, eine für eine Verbrennung notwendige Menge Kraftstoff während eines Stillstands der Brennkraftmaschine eingespritzt. Üblicherweise wird dann innerhalb von ca. 100 ms das sich in dem Brennraum befindliche Luft-Kraftstoff-Gemisch gezündet. Mit der Zündung dieses Luft-Kraftstoff-Gemisches beginnt die sogenannte Startphase. Die Startphase endet mit dem Erreichen einer Leerlaufdrehzahl. Durch eine Verbrennung des Luft-Kraftstoff-Gemischs zu Beginn der Startphase muss genügend Energie freigesetzt werden, um auf der Kurbelwelle ein Drehmoment zu erzeugen und diese derart in Bewegung zu versetzen, dass beispielsweise bei einer Brennkraftmaschine mit mehreren Zylindern ein Kolben eines weiteren Zylinders in Arbeitsstellung gebracht wird. Die bei der Verbrennung eines Luft-Kraftstoff-Gemisches, das aus der in dem Zylinder eingeschlossenen Luftmasse und der darin eingespritzten Kraftstoffmasse besteht, entstehende Energie ist abhängig von der Zusammensetzung des Luft-Kraftstoff-Gemisches. Damit ist die Gemischaufbereitung insbesondere für ein Direktstartverfahren ohne elektromotorischen Starter von großer Bedeutung.

Ein Warmstart wird zusätzlich dadurch erschwert, dass aufgrund einer Dichteabnahme der Luft bei zunehmender Temperatur eine geringere Füllung des Zylinders gegeben ist, was ein geringeres Verbrennungsmoment zur Folge hat.

Aufgabe der Erfindung ist es, ein Verfahren bereitzustellen, das es ermöglicht, die Gemischaufbereitung bei einem Start, insbesondere bei einem Warmstart, einer Brennkraftmaschine, zu verbessern.

Die Aufgabe wird dadurch gelöst, dass eine für eine erste Gemischaufbereitung vor Beginn einer Startphase der Brennkraftmaschine in dem Brennraum erforderliche

Kraftstoffmasse durch mehrere aufeinander folgende Einspritzungen von Kraftstoff in den Brennraum eingebracht wird.

## 5 Vorteile der Erfindung

Ein Kraftstoff neigt aufgrund einer sogenannten Flüchtigkeit zu einer Verdampfung. Die Neigung zur Verdampfung wird erhöht durch eine Vergrößerung einer von dem Kraftstoff gebildeten Oberfläche. Aus diesen Gründen ist die Neigung zur Verdampfung eines in einen Brennraum eingespritzten Kraftstoffs relativ hoch. Durch eine Verdampfung des eingespritzten Kraftstoffs wiederum wird die Gemischbildung dahingehend verbessert, dass das Gemisch leichter entzündbar ist. Voraussetzung dafür ist allerdings, dass eine ausreichend große Zeit zur Verfügung steht, während der sich die Verdampfung vollziehen kann und/oder dass die eingespritzte Kraftstoffmasse klein genug ist, um in einer vorgebbaren Zeit zu verdampfen. Wird die in einem Brennraum für eine erste Entzündung in einer Startphase benötigte Kraftstoffmasse mittels mehrerer aufeinander folgender Einspritzungen in den Brennraum eingebracht, bei denen jeweils nur eine relativ kleine Kraftstoffmenge in den Brennraum eingespritzt wird, so wird die Verdampfung deutlich erhöht und damit eine verbesserte Gemischbildung erreicht als wenn die gleiche Menge Kraftstoff in Form einer einzigen Einspritzung in den Brennraum eingebracht worden wäre

In einer vorteilhaften Weiterbildung des Verfahrens wird eine erste Einspritzung der für die erste Gemischbildung erforderlichen Kraftstoffmasse mindestens 100ms vor Beginn der Startphase der Brennkraftmaschine in den Brennraum eingebracht. Insbesondere wird der Zeitpunkt des Einspritzens von Kraftstoff vor Beginn der Startphase in

den Brennraum so gewählt, dass eine Gemischaufbereitung durch die Kraftstoffverdampfung durch das gezielte Ausnutzen der in einer Zylinderwand und dem Kolben gespeicherten thermischen Energie verbessert wird. Häufig 5 wird beispielsweise eine Brennkraftmaschine nur für kurze Zeit abgestellt, um anschließend wieder in einem sogenannten Warmstartverfahren gestartet zu werden. Bei einer sogenannten Start-Stopp-Funktion wird die Brennkraftmaschine eines Fahrzeugs für die Dauer eines 10 Stopps des Fahrzeugs an einer Ampel abgeschaltet. Ein Betätigen des Fahrpedals oder ein Einlegen eines Ganges bewirkt ein Starten der Brennkraftmaschine, die zu diesem Zeitpunkt noch nahezu Betriebstemperatur hat. Wird beispielsweise bereits unmittelbar bei Erreichen eines 15 Stillstandes während des Ausführens einer Start-Stopp-Funktion in einer ersten Einspritzung Kraftstoff in den Brennraum eingespritzt, so bewirkt die thermische Energie, die in den Zylinderwänden gespeichert ist und an den Brennraum abgegeben wird, eine erhöhte 20 Kraftstoffverdampfung, was wiederum zu einer homogeneren Gemischaufbereitung führt.

Vorzugsweise wird eine für eine Verbrennung in dem 25 Brennraum erforderliche Kraftstoffmasse während der Startphase der Brennkraftmaschine durch mehrere aufeinander folgende Einspritzungen in den Brennraum eingebracht. Dadurch wird eine Verbesserung der Verbrennung der Kraftstoffmasse auch während der Startphase erreicht und somit die Emissionen verringert.

30 In einer bevorzugten Ausführungsform wird durch Steuern der Anzahl der Einspritzungen, der Zeitpunkte der Einspritzungen, der Zeitabstände zwischen den Einspritzungen und/oder der Einspritzdauer in dem Brennraum 35 eine Luftturbulenz zur Verbesserung der Gemischbildung

erzeugt. Diese Luftturbulenz wird gezielt erzeugt und durch die einzelnen Einspritzungen für eine bestimmte Dauer aufrecht erhalten, um die Gemischaufbereitung durch eine erhöhte Kraftstoffverdampfung und ein Reduzieren von

5 Anlagerungen des Kraftstoffs an den Brennraumbegrenzungen zu verbessern.

Zur Lösung der Aufgabe umfasst die Erfindung auch eine Brennkraftmaschine der eingangs genannten Art, bei der das 10 Steuergerät die Direkteinspritzvorrichtung veranlasst, eine für eine erste Gemischbildung vor Beginn einer Startphase der Brennkraftmaschine in dem Brennraum erforderliche Kraftstoffmasse durch mehrere aufeinander folgende Einspritzungen von Kraftstoff in den Brennraum 15 einzubringen.

Vorteilhafterweise veranlasst das Steuergerät die Direkteinspritzvorrichtung, eine für eine Gemischbildung während der Startphase der Brennkraftmaschine in dem 20 Brennraum erforderliche Kraftstoffmasse durch mehrere aufeinander folgende Einspritzungen von Kraftstoff in den Brennraum einzubringen.

In einer vorteilhaften Weiterbildung der Brennkraftmaschine 25 veranlasst das Steuergerät die Direkteinspritzvorrichtung, eine erste Einspritzung der für die erste Gemischbildung erforderlichen Kraftstoffmasse mindestens 100ms vor Beginn der Startphase der Brennkraftmaschine in den Brennraum einzubringen.

In einer bevorzugten Ausführungsform der Brennkraftmaschine 30 steuert das Steuergerät das Einspritzsystem derart, dass mittels der Einspritzungen in dem Brennraum eine Luftturbulenz zur Verbesserung der ersten Gemischbildung 35 erzeugt wird.

Die Erfindung umfasst ferner ein Steuergerät zum Steuern und/oder Regeln einer eingangs genannten

Brennkraftmaschine, insbesondere zum Steuern und/oder

- 5 Regeln einer Direkteinspritzvorrichtung der Brennkraftmaschine, wobei das Steuergerät die Direkteinspritzvorrichtung veranlasst, eine für eine erste Gemischbildung vor Beginn einer Startphase der Brennkraftmaschine in dem Brennraum erforderliche
- 10 Kraftstoffmasse durch mehrere aufeinander folgende Einspritzungen von Kraftstoff in den Brennraum einzubringen.

In einer vorteilhaften Weiterbildung des Steuergeräts

- 15 veranlasst das Steuergerät die Direkteinspritzvorrichtung, eine erste Einspritzung der für die erste Gemischbildung erforderlichen Kraftstoffmasse mindestens 100ms vor Beginn der Startphase der Brennkraftmaschine in den Brennraum einzubringen.

20

Vorteilhafterweise veranlasst das Steuergerät die Direkteinspritzvorrichtung, eine für eine Gemischbildung während einer Startphase der Brennkraftmaschine in dem Brennraum erforderliche Kraftstoffmasse durch mehrere aufeinander folgende Einspritzungen von Kraftstoff in den Brennraum einzubringen.

In einer bevorzugten Ausführungsform erzeugt das

Steuergerät durch Steuern der Anzahl der Einspritzungen,

- 30 der Zeitpunkte der Einspritzungen, der Zeitabstände zwischen den Einspritzungen und/oder der Einspritzdauer in dem Brennraum eine Luftpulenz zur Verbesserung der ersten Gemischbildung.

- 35 Von Bedeutung ist außerdem die Realisierung dieser

Erfindung in Form eines Computerprogramms. Dabei ist das Computerprogramm auf einem Rechengerät, insbesondere auf einem Mikroprozessor eines Steuengeräts ablauffähig und zur Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens geeignet. In

5 diesem Fall wird also die Erfindung durch das Computerprogramm realisiert, so dass dieses Computerprogramm in gleicher Weise die Erfindung darstellt wie das Verfahren, zu dessen Ausführung das Computerprogramm geeignet ist. Das Computerprogramm ist 10 vorzugsweise auf einem Speicherelement abgespeichert. Als Speicherelement kann insbesondere ein random-access-memory, ein read-only-memory oder ein flash-memory zur Anwendung kommen.

## 15 Zeichnungen

Weitere Merkmale, Anwendungsmöglichkeiten und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen der Erfindung, die in der

20 Zeichnung dargestellt sind. Dabei bilden alle beschriebenen oder dargestellten Merkmale für sich oder in beliebiger Kombination den Gegenstand der Erfindung, unabhängig von ihrer Zusammenfassung in den Patentansprüchen oder deren 25 Rückbeziehung sowie unabhängig von ihrer Formulierung bzw. Darstellung in der Beschreibung bzw. in der Zeichnung. Es zeigen:

30 Figur 1 eine schematische Darstellung einer Brennkraftmaschine mit Direkteinspritzvorrichtung;

Figur 2 ein mögliches Einspritzmuster mit einer Voreinspritzung;

35 Figur 3 ein weiteres mögliches Einspritzmuster mit

mehreren Voreinspritzungen; und

Figur 4 ein mögliches Einspritzmuster mit mehreren  
5 Voreinspritzungen und mit mehreren Einspritzungen  
während der Startphase.

In Figur 1 ist eine Brennkraftmaschine 1 mit  
Direkteinspritzvorrichtung dargestellt. Diese  
Brennkraftmaschine 1 umfasst einen Zylinder 2, in dem ein  
10 Kolben 3 bewegbar geführt ist. Selbstverständlich kann die  
Brennkraftmaschine auch mehrere Zylinder aufweisen. In dem  
Zylinder 2 ist ein Brennraum 4 ausgebildet, in den über ein  
Einlassventil 7 ein Einlasskanal 5 und über ein  
Auslassventil 8 ein Auslasskanal 6 münden. Dem Brennraum 4  
15 sind ferner eine über ein Signal ZW ansteuerbare Zündkerze  
10 und ein über ein Signal EV ansteuerbares Einspritzventil  
9 zugeordnet. Ein Kraftstoffvorratsbehälter 14 ist mittels  
einer Kraftstoffleitung 16 mit einer über ein Signal HDP  
steuerbaren Hochdruckpumpe 15 verbunden. An diese ist  
20 mittels der Hochdruckleitung 17 das Einspritzventil 9  
angeschlossen.

Die Hin- und Herbewegung des Kolbens 3 in dem Zylinder 2  
wird in eine Drehbewegung einer Kurbelwelle 11 umgesetzt.  
25 Ein Absolutwinkelgeber 12 erzeugt in Abhängigkeit von einer  
Stellung der Kurbelwelle 11 ein Signal KW. Außerdem ist in  
Figur 1 ein Steuergerät 20 dargestellt, das einen  
Mikroprozessor 21 und ein über ein Bussystem 23 verbundenes  
Speicherelement 22 umfasst. Das Steuergerät 20 steuert  
30 und/oder regelt das Kraftstoffeinspritzsystem. Alle bisher  
erwähnten Signale werden dem Steuergerät 20 zugeführt oder  
von diesem erzeugt.

Während des Betriebs der Brennkraftmaschine wird über die  
35 Hochdruckpumpe 15 in der Kraftstoff-Hochdruckleitung 17 ein

Druck aufgebaut, so dass bei geöffnetem Einspritzventil 9 eine bestimmte Kraftstoffmasse in einer bestimmten Zeit dem Brennraum 4 zugeführt werden kann. Bei einem Warmstart ist der hierfür notwendige, von der Hochdruckpumpe 15 aufgebaute Druck noch in der Kraftstoff-Hochdruckleitung 17 vorhanden oder wird in einer besonderen Ausführungsform mit geeigneten Mitteln eigens dafür bereitgestellt.

Zur Durchführung eines Warmstarts der Brennkraftmaschine 1 ohne elektrischmotorischen Starter wird nun mittels eines Signals EV das Einspritzventil 9 von dem Steu器gerät 20 derart angesteuert, dass eine vorher bestimmte Menge Kraftstoff in einer vorher bestimmten Zeit mittels einer ersten Einspritzung in den Brennraum 4 gelangt. Dies kann beispielsweise während des Ablaufs einer Start-Stopp-Funktion direkt nach dem Abschalten (Stopp) der Brennkraftmaschine erfolgen. Mittels der in den Wänden des Zylinders 2 und dem Kolben 3 gespeicherten thermischen Energie und der relativ langen Verweildauer des Kraftstoffs in dem Brennraum 4 verdampft der eingespritzte Kraftstoff und ermöglicht so das Entstehen eines homogenen Luft-Kraftstoff-Gemisches in dem Brennraum 4. Dieser ersten Einspritzung folgen noch vor der Zündung des Gemisches in bestimmten Zeitabständen weitere Einspritzungen in den Brennraum des gleichen Zylinders, so dass eine sogenannte spray-induzierte Luftturbulenz wirkungsvoll angefacht und aufrecht erhalten wird, wodurch sich ein homogenes Gemisch mit hohem Kraftstoffdampf-Anteil im Brennraum 4 einstellt. Dabei können die der ersten Einspritzung folgenden Einspritzungen beispielsweise äquidistant, also in gleichen Zeitabständen erfolgen. Es ist aber auch denkbar, die einzelnen Einspritzungen in unterschiedlichen Zeitabständen durchzuführen, um beispielsweise die sprayinduzierte Luftturbulenz zu erhöhen. Ebenso kann unabhängig von der Größe der für eine erste Zündung benötigten Kraftstoffmasse

die mit jeder Einspritzung in den Brennraum eingebrachte Kraftstoffmasse unterschiedlich groß sein, um beispielsweise eine Verdampfung des eingebrachten Kraftstoffes zu optimieren. Zu einem vorbestimmten

5 Zeitpunkt wird dann mittels eines Signals ZW über die Zündkerze 10 ein Zündfunke erzeugt, der das Luft-Kraftstoff-Gemisch entflammt und damit die Brennkraftmaschine 1 startet.

10 In Figur 2 ist ein Einspritzmuster dargestellt, bei dem die Einspritzungen mit VE1, ES1 und ES2 bezeichnet sind. In diesem Einspritzmuster wird die einzelne Voreinspritzung VE1 vor Beginn der Startphase S durchgeführt. Dabei bezeichnet die horizontale Achse T den Verlauf einer 15 Zeiteinheit und die vertikale Achse M die Größe einer eingespritzten Kraftstoffmasse. Mit dem Beginn der Startphase S wird die horizontale Achse mit KW bezeichnet. Die beiden unterschiedlichen Bezeichnungen T, KW für die horizontale Achse verdeutlichen, dass die Voreinspritzung 20 VE1 zeitgesteuert ist, während die Einspritzungen ES1, ES2 während des Betriebs der Brennkraftmaschine 1 und damit insbesondere während der Startphase S in Abhängigkeit von einem erfassten Kurbelwellenwinkel gesteuert werden.

25 In Figur 2 wird lediglich eine einzelne Voreinspritzung VE1 durchgeführt, beispielsweise während des Durchführens einer Start-Stopp-Funktion unmittelbar nach erreichtem Stillstand der Brennkraftmaschine 1. Bis zu dem Einsetzen der Startphase S wirkt nun die in der Zylinderwand gespeicherte 30 thermische Energie derart, dass der eingespritzte Kraftstoff verdampft und sich dadurch ein homogenes Luft-Kraftstoff-Gemisch bildet.

In Figur 3 ist ein weiteres Einspritzmuster unter 35 Verwendung derselben Bezeichnungen wie in Figur 2

dargestellt. Insbesondere bezeichnet VE1 wieder eine erste Voreinspritzung, bei der in Figur 3 allerdings eine geringere Kraftstoffmasse eingespritzt wird als dies bei dem in Figur 2 dargestellten Einspritzmuster der Fall ist.

5 Die für die Durchführung eines Direktstarts in der Startphase S noch benötigte Kraftstoffmasse wird durch zwei weitere Voreinspritzungen, VE2 und VE3 in den Brennraum 4 eingebracht. Durch eine Aufteilung einer Voreinspritzung in mehrere kleinere Einspritzmengen wird die Kraftstoffverdampfung gesteigert. Mittels einer solchen Mehrfacheinspritzung wird außerdem das Entstehen und Erhalten einer Luftperturbulenz wirkungsvoll gesteuert, wodurch zusätzlich das Erzeugen eines homogenen Luft-Kraftstoff-Gemisches unterstützt wird. Damit steht für eine 10 in der Startphase S einsetzende Zündung ein homogenes Luft-Kraftstoff-Gemisch bereit, das eine optimierte Verbrennung 15 und damit ein erhöhtes Verbrennungsmoment ermöglicht.

Das in Figur 4 dargestellte Einspritzmuster umfasst zu den 20 Einspritzungen zur Erzeugung der für eine erste Gemischbildung vor einer Startphase notwendigen Einspritzungen zusätzlich mehrere Einspritzungen zur Erzeugung von erforderlichen Kraftstoffmassen während der Startphase. Dabei wird eine für eine erste Verbrennung während der Startphase erforderliche Kraftstoffmasse durch die Einspritzungen ES1.1, ES1.2, ES1.3 und eine für eine zweite Verbrennung während der Startphase notwendige Kraftstoffmasse durch die Einspritzungen ES2.1, ES2.2, ES2.3 und ES2.4 dargestellt.

25 Mit diesem Einspritzmuster wird auch für die Gemischbildungen während einer Startphase eine Luftperturbulenz und damit eine verbesserte Gemischbildung erreicht, was zu einem verbesserten Emissionsverhalten 30 während der Startphase führt. Die Abstände der für eine 35

Gemischbildung während der Startphase notwendigen Einspritzungen können dabei sowohl zeitgesteuert als auch in Abhängigkeit von einem erfassten Winkel der Kurbelwelle gesteuert sein.

5 12.12.2002

Robert Bosch GmbH, 70442 Stuttgart

## Ansprüche

10

1. Verfahren zum Starten einer Brennkraftmaschine (1) mit

- mindestens einem Zylinder (2) und einem darin bewegbar geführten Kolben (3);
- einem in dem Zylinder (2) ausgebildeten Brennraum (4);
- einer Direkteinspritzvorrichtung (9), mittels der Kraftstoff direkt in den Brennraum (4) eingebracht werden kann; und
- einem Steuergerät (20) zum Steuern und/oder Regeln der Brennkraftmaschine (1), insbesondere zum Steuern und/oder Regeln der Direkteinspritzvorrichtung (9),

20 dadurch gekennzeichnet, dass eine für eine erste

Gemischbildung vor Beginn einer Startphase der

25 Brennkraftmaschine (1) in dem Brennraum (4) erforderliche Kraftstoffmasse durch mehrere aufeinander folgende Einspritzungen von Kraftstoff in den Brennraum (4) eingebracht wird.

30 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

dass eine erste Einspritzung (VE1) der für die erste Gemischbildung erforderlichen Kraftstoffmasse mindestens

100ms vor Beginn der Startphase der Brennkraftmaschine (1) in den Brennraum (4) eingebracht wird.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass eine für eine Verbrennung in dem 5 Brennraum (4) erforderliche Kraftstoffmasse während der Startphase der Brennkraftmaschine (1) durch mehrere aufeinander folgende Einspritzungen in den Brennraum (4) eingebracht wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass durch Steuern der Anzahl der Einspritzungen, der Zeitpunkte der Einspritzungen, der Zeitabstände zwischen den Einspritzungen und/oder der Einspritzdauer in dem Brennraum (4) gezielt eine Luftturbulenz zur Verbesserung der Gemischbildung erzeugt 15 wird.

5. Brennkraftmaschine (1) mit

- mindestens einem Zylinder (2) und einem darin bewegbar geführten Kolben (3);
- einem in dem Zylinder (2) ausgebildeten Brennraum 20 (4);
- einer Direkteinspritzvorrichtung (9), mittels der Kraftstoff direkt in den Brennraum (4) eingebracht werden kann; und
- einem Steuergerät (20) zum Steuern und/oder Regeln der Brennkraftmaschine (1), insbesondere zum Steuern und/oder Regeln der Direkteinspritzvorrichtung (9),

dadurch gekennzeichnet, dass das Steuergerät (20) die Direkteinspritzvorrichtung (9) veranlasst, eine für eine 25 erste Gemischbildung vor Beginn einer Startphase der Brennkraftmaschine (1) in dem Brennraum (4) erforderliche

Kraftstoffmasse durch mehrere aufeinander folgende Einspritzungen von Kraftstoff in den Brennraum (4) einzubringen.

6. Brennkraftmaschine (1) nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das Steuergerät (20) die Direkteinspritzvorrichtung (9) veranlasst, eine erste Einspritzung (VEL) der für die erste Gemischbildung erforderlichen Kraftstoffmasse mindestens 100ms vor Beginn der Startphase der Brennkraftmaschine (1) in den Brennraum (4) einzubringen.

5  
10  
15  
20  
25  
30

7. Brennkraftmaschine (1) nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Steuergerät (20) die Direkteinspritzvorrichtung (9) veranlasst, eine für eine Gemischbildung während der Startphase der Brennkraftmaschine (1) in dem Brennraum (4) erforderliche Kraftstoffmasse durch mehrere aufeinander folgende Einspritzungen von Kraftstoff in den Brennraum (4) einzubringen.

8. Brennkraftmaschine (1) nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass das Steuergerät (20) die Direkteinspritzvorrichtung (9) derart steuert, dass mittels der Einspritzungen in dem Brennraum (4) eine Luftturbulenz zur Verbesserung der Gemischbildung erzeugt wird.

9. Steuergerät (20) zum Steuern und/oder Regeln einer Brennkraftmaschine (1), insbesondere zum Steuern und/oder Regeln einer Direkteinspritzvorrichtung (9) der Brennkraftmaschine (1), **dadurch gekennzeichnet**, dass das Steuergerät (20) die Direkteinspritzvorrichtung (9) veranlasst, eine für eine erste Gemischbildung vor Beginn einer Startphase der Brennkraftmaschine (1) in dem Brennraum (4) erforderliche Kraftstoffmasse durch mehrere

aufeinander folgende Einspritzungen von Kraftstoff in den Brennraum (4) einzubringen.

10. Steuergerät (20) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass das Steuergerät (20) die

5 Direkteinspritzvorrichtung (9) veranlasst, eine erste Einspritzung (VE1) der für die erste Gemischbildung erforderlichen Kraftstoffmasse mindestens 100ms vor Beginn der Startphase der Brennkraftmaschine (1) in den Brennraum (4) einzubringen.

10 11. Steuergerät (20) nach Anspruch 9 oder 10, dadurch

gekennzeichnet, dass das Steuergerät (20) die Direkteinspritzvorrichtung (9) veranlasst, eine für eine Gemischbildung während einer Startphase der Brennkraftmaschine (1) in dem Brennraum (4) erforderliche Kraftstoffmasse durch mehrere aufeinander folgende Einspritzungen von Kraftstoff in den Brennraum (4) einzubringen.

12. Steuergerät (20) nach einem der Ansprüche 9 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass das Steuergerät (20) durch

20 Steuern der Anzahl der Einspritzungen, der Zeitpunkte der Einspritzungen, der Zeitabstände zwischen den Einspritzungen und/oder der Einspritzdauer in dem Brennraum (4) eine Luftturbulenz zur Verbesserung der Gemischbildung erzeugt.

25 13. Computerprogramm, das auf einem Rechengerät (20),

insbesondere auf einem Mikroprozessor (21), eines Steuergeräts (20) zum Steuern und/oder Regeln einer

Brennkraftmaschine (1) ablauffähig ist, **dadurch**

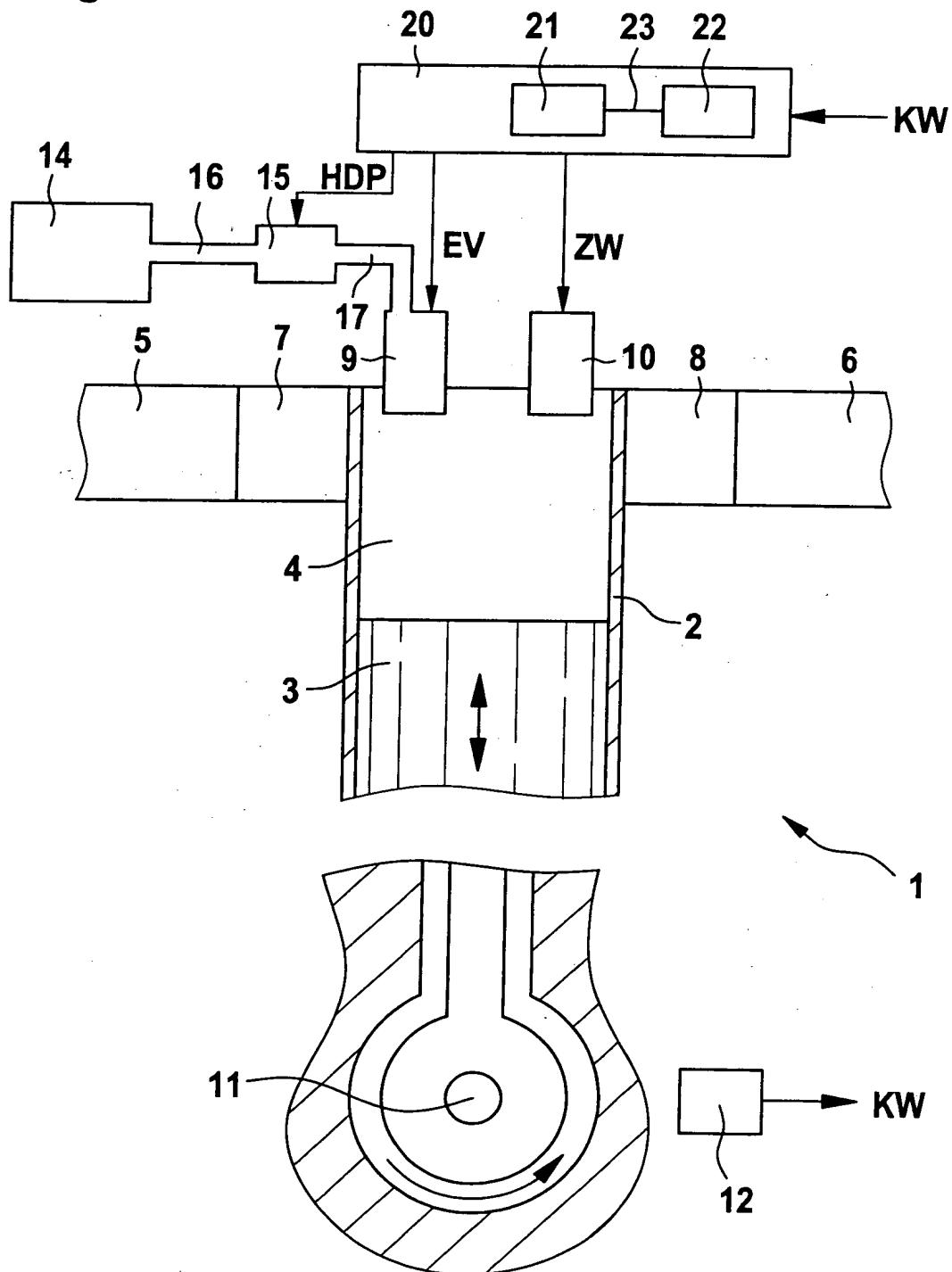
gekennzeichnet, dass das Computerprogramm zur Ausführung

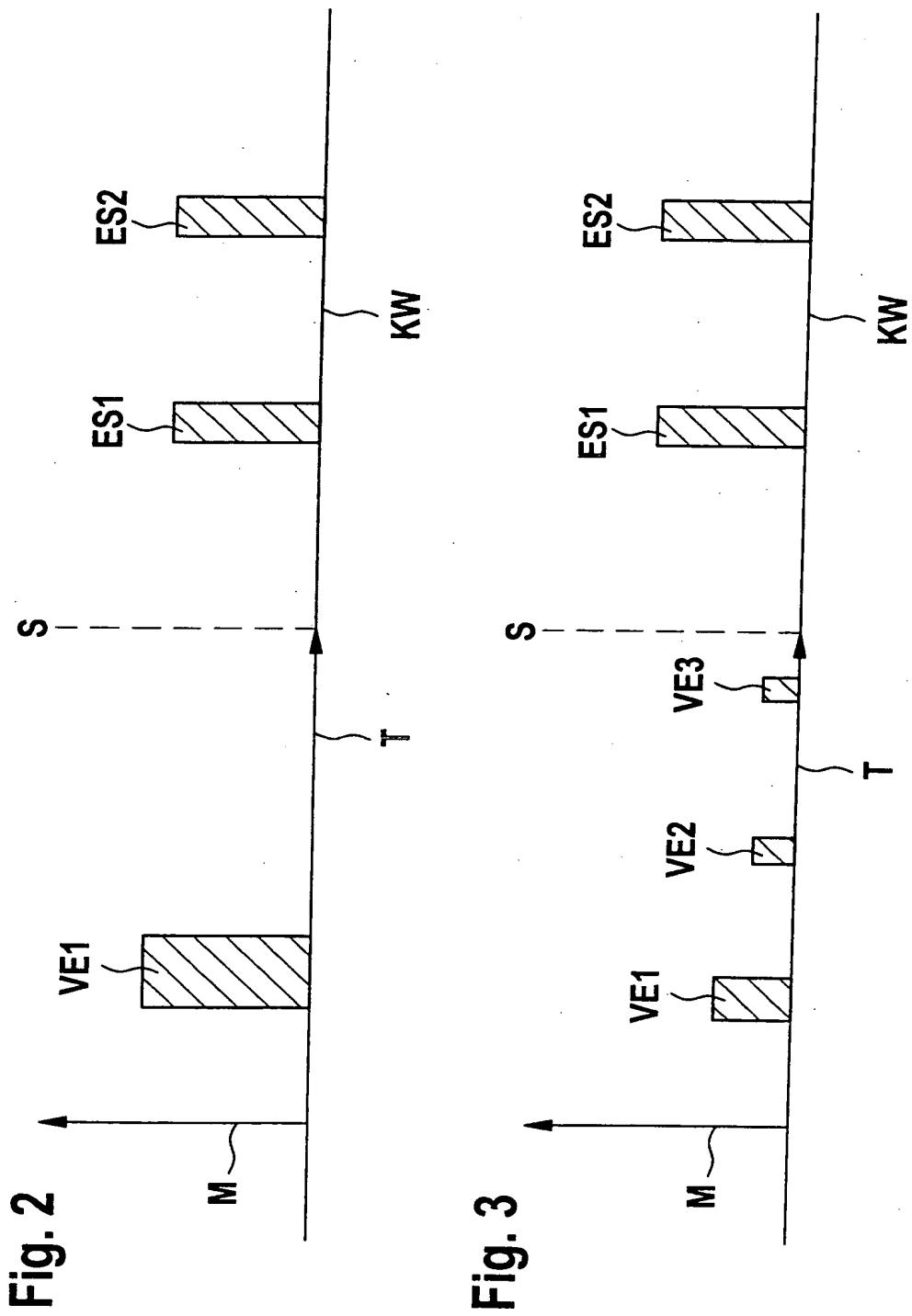
30 eines Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 3 geeignet ist, wenn es auf dem Rechengerät (20) abläuft.

14. Computerprogramm nach Anspruch 13, dadurch

gekennzeichnet, dass das Computerprogramm auf einem Speicherelement (22), insbesondere auf einem Random-Access-Memory, Read-Only-Memory, oder Flash-Memory abgespeichert ist.

Fig. 1





5

12.12.2002

Robert Bosch GmbH, 70442 Stuttgart

10 Verfahren und Vorrichtung zum Starten einer  
direkteinspritzenden Brennkraftmaschine

## 15 Zusammenfassung

Bei einem Direktstart einer Brennkraftmaschine (1) muss in einer ersten Verbrennung genügend Energie freigesetzt werden, um die Brennkraftmaschine (1) möglichst ohne Hilfe eines weiteren Aggregats, beispielsweise eines elektromotorischen Starters, in Bewegung zu versetzen. Deshalb ist eine Gemischaufbereitung eines Luft-Kraftstoff-Gemisches, das aus der in einem Brennraum (4) befindlichen Luftmasse und der darin eingespritzten Kraftstoffmasse besteht, von großer Bedeutung. Um die Gemischbildung bei einem Start, insbesondere bei einem Warmstart, der Brennkraftmaschine (1) zu verbessern, wird vorgeschlagen, dass die für eine Gemischbildung erforderliche Kraftstoffmasse durch mindestens eine Einspritzung bereits vor einer Startphase ganz oder teilweise in den Brennraum (4) eingebracht wird und so durch eine Verdampfung der eingebrachten Kraftstoffmasse die Gemischbildung verbessert wird. (Figur 1)

Fig. 1

